

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-337853

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.CI. G02B 26/10  
                  G02B 26/10  
                  B41J 2/44  
                  G02B 5/18  
                  H04N 1/113

(21)Application number : 10-159956 (71)Applicant : CANON INC

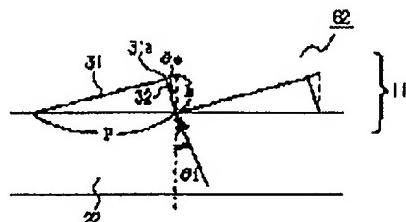
(22)Date of filing : 25.05.1998 (72)Inventor : KATO MANABU

## (54) DIFFRACTION OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL SCANNER USING IT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the diffraction efficiency deterioration out of the axis of a diffraction optical element, to enhance the uniformity in image surface illumination on a surface to be scanned and to reduce the aberration change due to various fluctuations by providing a tilt part generating power and a wall part linking one side end part of the tilt part with a substrate and tilting the wall part with respect to the normal of the substrate surface.

**SOLUTION:** A diffraction grating 11 is constituted of the tilt part 31 mainly generating power and the wall part 32 linking one side end part 31a of the tilt part 31 with the substrate 22, and the wall part 32 is tilted with respect to the normal (substrate normal) of the substrate 22 surface by a tilted angle  $\theta_e$ . In such a case, the tilted angle  $\theta_e$  of the wall part 32 with respect to the substrate normal is set so as to satisfy the relation of  $e = \tan^{-1}(h/P)$  when the depth of the diffraction grating 11 is defined (h), and a grating pitch is P, and the tilted angle is changed continuously so as to become large according to parting from the optical axis of the diffraction optical element 62. That means that the tilt part 31 of the diffraction grating 11 makes always a right angle with the wall part 32.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3559710

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-337853

(43)公開日 平成11年(1999)12月10日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 26/10

識別記号

1 0 2

F I

G 0 2 B 26/10

F

B 4 1 J 2/44

5/18

G 0 2 B 5/18

B 4 1 J 3/00

D

H 0 4 N 1/113

H 0 4 N 1/04

1 0 4 A

審査請求 未請求 請求項の数14 FD (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平10-159956

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(22)出願日 平成10年(1998)5月25日

(72)発明者 加藤 学

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

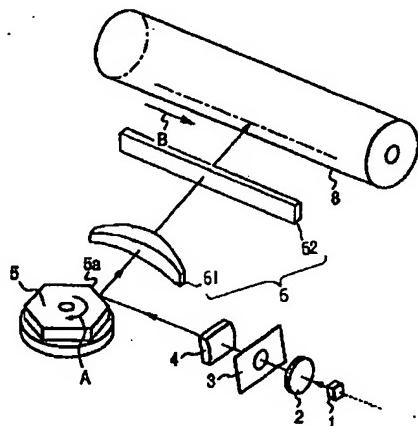
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 回折光学素子及びそれを用いた走査光学装置

(57)【要約】

【課題】 容易な構成でかつコストアップを伴わないで回折光学素子特にその軸外における回折効率の低下を低減し、被走査面上における像面照度の均一性を高め、諸変動による収差変化が少なく高精細印字に適した回折光学素子及びそれを用いた走査光学装置を得ること。

【解決手段】 基板面上に回折格子を形成し、入射光束を回折させ所定のパワーを得る回折光学素子において、該回折格子はパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と該基板とをつなぐ壁部とを有し、該壁部を該基板面の法線に対して傾かせることにより、該部分での回折効率を高めていること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板面上に回折格子を形成し、入射光束を回折させ所定のパワーを得る回折光学素子において、該回折格子はパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と該基板とをつなぐ壁部とを有し、該壁部を該基板面の法線に対して傾かせることにより、該部分での回折効率を高めていることを特徴とする回折光学素子。

【請求項2】 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、該回折格子の深さを $h$ 、格子ピッチを $P$ としたとき、

$$\tan^{-1}(h/P) \leq \theta_e \leq \tan^{-1}(h/P) + 10^\circ.$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1の回折光学素子。

【請求項3】 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、前記回折光学素子の光軸から離れるに従い大きくなるよう連続的に変化していることを特徴とする請求項1又は2の回折光学素子。

【請求項4】 前記回折光学素子はガラス製の基板上にレプリカで前記回折格子を形成していることを特徴とする請求項1の回折光学素子。

【請求項5】 前記回折光学素子は射出成形により前記基板と前記回折格子とがプラスチック材料で一体成形されていることを特徴とする請求項1の回折光学素子。

【請求項6】 光源手段から放射した光束を変換光学素子により略平行光束に変換し、該変換された略平行光束を偏向素子で偏向させ、該偏向素子で偏向された光束を走査光学素子を介し被走査面上に結像させて、該被走査面上を走査する走査光学装置において、

該走査光学素子は少なくとも1枚の屈折光学素子と、少なくとも1枚の回折光学素子を有し、該回折光学素子は基板面上に回折格子が形成され、該回折格子はパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と該基板とをつなぐ壁部とを有し、該壁部は該基板面の法線に対して傾いていることを特徴とする走査光学装置。

【請求項7】 前記回折格子は前記回折光学素子の前記被走査面側に創設されていることを特徴とする請求項6の走査光学装置。

【請求項8】 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、該回折格子の深さを $h$ 、格子ピッチを $P$ としたとき、

$$\tan^{-1}(h/P) \leq \theta_e \leq \tan^{-1}(h/P) + 10^\circ.$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項6の走査光学装置。

【請求項9】 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、前記回折光学素子の光軸から離れるに従い大きくなるよう連続的に変化していることを特徴とする請求項6又は8の走査光学装置。

【請求項10】 前記回折光学素子はガラス製の基板上にレプリカで前記回折格子を形成していることを特徴とする請求項6の走査光学装置。

【請求項11】 前記回折光学素子は射出成形により前記基板と前記回折格子とがプラスチック材料で一体成形されていることを特徴とする請求項6の走査光学装置。

【請求項12】 前記回折光学素子は主走査方向と副走査方向とで互いに異なるパワーを有することを特徴とする請求項6の走査光学装置。

【請求項13】 前記屈折光学素子は主走査方向と副走査方向とで互いに異なるパワーを有するプラスチック製のトーリックレンズより成ることを特徴とする請求項6の走査光学装置。

【請求項14】 前記基板面は平面もしくは曲面より成ることを特徴とする請求項6又は8の走査光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は回折光学素子及びそれを用いた走査光学装置に関し、特に半導体レーザーにより成る光源手段から放射した光束を偏向素子で偏向させ、 $f\theta$ 特性を有した走査光学素子（結像素子）を介して被走査面上を光走査して画像情報を記録するようにした、例えば電子写真プロセスを有するレーザービームプリンター（LBP）やデジタル複写機等の画像形成装置に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来よりレーザービームプリンターやデジタル複写機等に用いられる走査光学装置においては画像信号に応じて光源手段から光変調され放射した光束を、例えば回転多面鏡（ポリゴンミラー）より光偏向器により周期的に偏向させ、 $f\theta$ 特性を有する走査光学素子（結像素子）によって感光性の記録媒体（感光ドラム）面上にスポット状に集束させ、その面上を光走査して画像記録を行っている。

【0003】図9はこの種の従来の走査光学装置に要部概略図である。

【0004】同図において光源手段91から放射した発散光束はコリメーターレンズ92により略平行光束とされ、絞り93によって該光束（光量）を制限して副走査方向にのみ所定のパワーを有するシリンドーレンズ（シリンドリカルレンズ）94に入射している。シリンドーレンズ94に入射した平行光束のうち主走査断面内においてはそのまま平行光束の状態で射出する。また副走査断面内においては集束して回転多面鏡（ポリゴンミラー）から成る光偏向器95の偏向面（反射面）95aにほぼ線像として結像している。

【0005】そして光偏向器95の偏向面95aで偏向反射された光束は $f\theta$ 特性を有する走査光学素子（ $f\theta$ レンズ）96を介して被走査面としての感光ドラム面98上に導光し、該光偏向器95を矢印方向に回転させる

ことによって、該感光ドラム面98上を矢印B方向に光走査している。これにより記録媒体である感光ドラム面98上に画像記録を行なっている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の走査光学装置では、非球面を用いて高精度な収差補正が可能であること、射出成形による低コスト化を行なえることから走査光学系としてプラスチック樹脂製のレンズを用いた走査光学装置が種々と提案されている。

【0007】しかしながらプラスチックレンズは環境変動による収差変動（特にピントずれや倍率ずれ等）が大きく、走査光学装置のスポット径を小さくした場合に問題となる。

【0008】そこで最近ではこのプラスチックレンズ固有の収差変動を補償するために、例えば特開平10-68903号公報で提案されているように走査光学系として回折光学素子を導入している例もある。同公報では例えば環境温度が上昇した場合、プラスチックレンズの屈折率低下による収差変化を光源である半導体レーザーの波長変動による収差変化で補償されるよう予め回折光学素子を用い色収差を発生させている。また回折光学素子はそれ単独で用いた場合、その素子の肉厚が一定となり射出成形で製造する場合、成形性に優れているという特徴を有している。

【0009】このように回折光学素子は走査光学装置の光学系として非常に有用なものであるが、屈折光学素子と異なり、該回折光学素子では光の利用効率（以下「回折効率 $\eta$ 」と称す、 $\eta$ =設計次数、出射光量／入射光量）が様々な条件により異なるという問題点があった。以下に回折格子モデルを使用し説明する。

【0010】図10は回折格子モデルの説明図であり、該回折格子モデルは格子ピッチが $P \mu m$ 、格子深さが $h \mu m$ の連続格子より成っている。ここで格子ピッチと格子深さとの比をアスペクト比ARと称し、 $AR = 格子ピッチ P / 格子深さ h$ と定義する。ここで回折格子モデルの基板に対し入射角 $\theta_i$ で入射した光束は回折され、設計回折次数方向へ出射する。

【0011】図11は上記の回折格子モデルにおいてアスペクト比を $AR = 4$ としたときの回折効率の入射角依存性を示す説明図である。同図より入射角により回折効率が大きく異なり、特に大きな入射角で入射した光束の回折効率が悪くなることが分かる。

【0012】図12は上記の回折格子モデルにおいて格子部への入射角を $\theta_i = 0$ としたときの回折効率のアスペクト比依存性を示す説明図である。同図では格子深さ $h$ を一定とし、格子ピッチ $P$ を変えることによりアスペクト比 $AR$ を振っているが、アスペクト比が4より小さくなると急激に回折効率が悪くなることが分かる。

【0013】上記の2つの考察から走査光学装置の走査光学系として回折光学素子を使用する場合には入射角が

大きく、アスペクト比が小さい軸外において回折効率の低下が起こり、被走査面上における像面照度の一様性が失われるという問題点がある。

【0014】本発明は回折光学素子の回折格子を主にパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と基板とをつなぐ壁部とより構成し、該壁部を基板面の法線に対して傾けることにより、容易な構成でかつコストアップを伴わないで回折光学素子の特にその軸外における回折効率の低下を低減し、被走査面上における像面照度の均一性を高め、諸変動による収差変化が少なく高精細印字に適した回折光学素子及びそれを用いた走査光学装置の提供を目的とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の回折光学素子は、(1) 基板面上に回折格子を形成し、入射光束を回折させ所定のパワーを得る回折光学素子において、該回折格子はパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と該基板とをつなぐ壁部とを有し、該壁部を該基板面の法線に対して傾かせることにより、該部分での回折効率を高めていることを特徴としている。

【0016】特に(1-1) 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、該回折格子の深さを $h$ 、格子ピッチを $P$ としたとき、 $\tan^{-1}(h/P) \leq \theta_e \leq \tan^{-1}(h/P) + 10^\circ$

なる条件を満足することや、(1-2) 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、前記回折光学素子の光軸から離れるに従い大きくなるよう連続的に変化していることや、(1-3) 前記回折光学素子はガラス製の基板上にレプリカで前記回折格子を形成していることや、(1-4) 前記回折光学素子は射出成形により前記基板と前記回折格子とがプラスチック材料で一体成形されていること、等を特徴としている。

【0017】本発明の走査光学装置は、(2) 光源手段から放射した光束を変換光学素子により略平行光束に変換し、該変換された略平行光束を偏向素子で偏向させ、該偏向素子で偏向された光束を走査光学素子を介し被走査面上に結像させて、該被走査面上を走査する走査光学装置において、該走査光学素子は少なくとも1枚の屈折光学素子と、少なくとも1枚の回折光学素子を有し、該回折光学素子は基板面上に回折格子が形成され、該回折格子はパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と該基板とをつなぐ壁部とを有し、該壁部を該基板面の法線に対して傾いていることを特徴としている。

【0018】特に(2-1) 前記回折格子は前記回折光学素子の前記被走査面側に創設されていることや、(2-2) 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、該回折格子の深さを $h$ 、格子ピッチを $P$ としたとき、 $\tan^{-1}(h/P) \leq \theta_e \leq \tan^{-1}(h/P) + 10^\circ$

なる条件を満足することや、(2-3) 前記回折格子の壁部の前記基板面の法線に対する傾角 $\theta_e$ は、前記回折光学素子の光軸から離れるに従い大きくなるよう連続的に変化していることや、(2-4) 前記回折光学素子はガラス製の基板上にレプリカで前記回折格子を形成していることや、(2-5) 前記回折光学素子は射出成形により前記基板と前記回折格子とがプラスチック材料で一体成形されていることや、(2-6) 前記回折光学素子は主走査方向と副走査方向とで互いに異なるパワーを有することや、(2-7) 前記屈折光学素子は主走査方向と副走査方向とで互いに異なるパワーを有するプラスチック製のトーリックレンズより成ることや、(2-8) 前記基板面は平面もしくは曲面より成ること、等を特徴としている。

## 【0019】

【発明の実施の形態】[実施形態1] 図1は本発明の実施形態1の走査光学装置の要部概略図、図2は図1に示した走査光学装置の光学系の主走査方向の要部断面図である。尚、後述する回折光学素子の格子部は誇張して表現しており、実際の形状とは異なる。

【0020】図中、1は光源手段であり、例えば半導体レーザーより成っている。2は変換光学素子（コリメータレンズ）であり、光源手段1から放射された光束（光ビーム）を略平行光束に変換している。3は開口絞りであり、通過光束（光量）を制限している。4はシリンドリカルレンズ（シリンダーレンズ）であり、副走査方向にのみ所定のパワーを有しており、開口絞り3を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器の偏向面にはほぼ線像として結像させている。

【0021】5は偏向素子としての、例えばポリゴンミラー（回転多面鏡）より成る光偏向器であり、モータ等の駆動手段（不図示）により図中矢印A方向に一定速度で回転している。

【0022】6は $f\theta$ 特性を有する走査光学素子であり、少なくとも1枚の屈折光学素子と、少なくとも1枚の回折光学素子とを有している。屈折光学素子は主走査方向と副走査方向とで互いに異なるパワーを有する単一のプラスチック製のトーリックレンズ61より成り、該トーリックレンズ61の主走査方向の両レンズ面は非球面形状より成っている。回折光学素子は主走査方向と副走査方向とで互いに異なるパワーを有する長尺の回折光学素子62より成り、基板面上に回折格子が形成され、該回折格子は該回折光学素子62の感光ドラム面（被走査面）8側に創設され、また基板面は平面より形成されている。本実施形態における回折光学素子62の回折格子は後述するように主にパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と該基板とをつなぐ壁部とを有し、該壁部は基板面の法線に対して傾けて構成している。尚、本実施形態における回折光学素子62は射出成形により基板と回折格子とがプラスチック材料で一体成

形して製作しているが、これに限らず、例えばガラス製の基板上にレプリカで回折格子を製作しても同等の効果が得られる。本実施形態では光偏向器5の回転軸と感光ドラム面8の中点より該光偏向器5側にトーリックレンズ61、該感光ドラム面8側に回折光学素子62を配している。走査光学素子6は光偏向器5によって偏向された画像情報に基づく光束を感光ドラム面8上に結像させ、かつ光偏向器5の偏向面の面倒れを補正している。

【0023】本実施形態において半導体レーザー1から放射した発散光束は変換光学素子2により略平行光束に変換され、開口絞り3によって該光束（光量）を制限してシリンドリカルレンズ4に入射している。シリンドリカルレンズ4に入射した光束のうち主走査断面においてはそのままの状態で射出する。また副走査断面においては収束して光偏向器5の偏向面5aにはほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。そして光偏向器5の偏向面5aで偏向された光束は走査光学素子6を介して感光ドラム面8上に導光され、該光偏向器5を矢印A方向に回転させることによって、該感光ドラム面8上を矢印B方向に光走査している。これにより記録媒体である感光ドラム面8上に画像記録を行なっている。

【0024】本実施形態における走査光学素子6を構成するトーリックレンズ61と回折光学素子62との形状はそれぞれ、

①トーリックレンズ、主走査方向が10次までの関数で表せる非球面形状、

トーリックレンズと光軸との交点を原点とし、光軸方向をx軸、主走査断面内において光軸と直交する軸をy軸、副走査断面内において光軸と直交する軸をz軸としたとき、主走査方向と対応する母線方向が、

## 【0025】

## 【数1】

$$x = \frac{y^2/R}{1 + (1 - (1+K)(Y/R)^2)^{1/2}} + B_4 Y^4 + B_6 Y^6 + B_8 Y^8 + B_{10} Y^{10}$$

（但し、Rは曲率半径、K、B<sub>4</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>8</sub>、B<sub>10</sub>は非球面係数）

副走査方向（光軸を含み主走査方向に対して直交する方向）と対応する子線方向が、

## 【0026】

## 【数2】

$$S = \frac{Z^2/r'}{1 + (1 - (Z/r')^2)^{1/2}}$$

ここで  $r' = r_0 (1 + D_2 Y^2 + D_4 Y^4 + D_6 Y^6 + D_8 Y^8 + D_{10} Y^{10})$

（但し、r<sub>0</sub>は光軸上の子線曲率半径、D<sub>2</sub>、D<sub>4</sub>、D<sub>6</sub>、D<sub>8</sub>、D<sub>10</sub>は非球面係数）

②回折光学素子、主走査方向が6次まで、副走査方向

が主走査方向の位置により異なる2次の位相関数で表される回折面

$$\phi = m \lambda = b_2 Y^2 + b_4 Y^4 + b_6 Y^6 + (d_0 + d_1 Y + d_2 Y^2 + d_3 Y^3 + d_4 Y^4) Z^2$$

(但し、mは回折次数：実施形態1～3では+1次回折光を使用)

表-1に本実施形態における光学配置とトーリックレン

ズ61の非球面係数及び回折光学素子62の位相項を示す。表-1において回折格子の深さはh=1.51μm、最軸外光束において回折格子に入射する光束の入射角はθi=22°、格子ピッチはP=5.6μmである。

【0027】

【表1】

(表-1)

### 実施形態1

設計データ							
波長、屈折率	$\lambda$ (nm)	780	トーリックレンズ' 61 面形状		長尺回折素子 62 面形状		
			第1面	第2面	第1面	第2面	
トーリックレンズ' 61 屈折率	n <sub>t</sub>	1.5242	R	-1.41591E+02	-6.18036E+01	R	$\infty$
長尺回折素子 62 屈折率	n <sub>d</sub>	1.5242	K	6.27866E+00	-6.45577E-01	K	
光路角度			B4	1.21014E-06	4.20445E-07	B4	
ボリゴン入射角	θ <sub>p</sub>	70.0	B6	7.51335E-11	2.81267E-10	B6	
ボリゴン最大出射角	θ <sub>e</sub>	45.0	r	1.44405E+02	-2.51589E+01		長尺回折素子 62 位相関数
被走査面 最大入射角	θ <sub>i</sub>	25.0	D2s		1.75165E-04		第1面
配置			D4s		-3.02404E-08	b2	第2面
ボリゴン軸-トーリックレンズ'	e <sub>1</sub>	36.4	D6s		3.83856E-11	b4	-4.31479E-08
トーリックレンズ' 中心厚	d <sub>1</sub>	11.0	D2e		2.46819E-04	b6	1.23655E-12
トーリックレンズ'-長尺回折素子	e <sub>2</sub>	86.0	D4e		-9.77441E-08	d0	-5.78930E-03
長尺回折素子 中心厚	d <sub>2</sub>	3.0	D6e		7.36681E-11	d1	-9.57598E-07
長尺回折素子-被走査面	S <sub>k</sub>	110.0				d2	1.15549E-07
ボリゴン軸-被走査面	L	246.4		Suffixes s はレーザー側		d3	3.71159E-11
有効走査幅	W	297.0		Suffixes e は反レーザー側		d4	1.23655E-12

図3は本実施形態における回折光学素子の主走査方向の要部断面図であり、格子部を拡大して示してある。同図において回折格子11は主にパワーを発生させる傾斜部31と、該傾斜部31の一方の端部31aと基板22とをつなぐ壁部32により構成されており、該壁部32を該基板22面の法線（以下「基板法線」とも称す。）に対して傾角θeだけ傾けている。本実施形態において壁部32の基板法線に対する傾角θeは、回折格子11の深さをh、格子ピッチをPとしたとき、

$$\theta e = \tan^{-1}(h/P)$$

なる関係式を満たすように設定しており、回折光学素子62の光軸から離れるに従って大きくなるよう連続的に変化させている。これは回折格子11の傾斜部31と壁部32とが常に直角を成していることを意味する。

【0028】尚、本実施例では壁部32の基板法線に対する傾角θeを回折光学素子62の光軸から離れるに従って大きくなるよう連続的に変化させたが、断続的に変化させても良い。

【0029】図4は本実施形態における回折光学素子62を本装置上で使用したときの回折効率を示す説明図であり、横軸は被走査面上での光線到達位置に変換してある。またここでの回折効率はそれぞれの光線通過位置での入射角、アスペクト比、格子壁部の傾角等を考慮して

算出したものである。

【0030】同図において実線aは本実施形態を示しており、壁部を基板法線に対してθe=tan<sup>-1</sup>(h/P)だけ傾けている場合の回折効率、点線bは従来例を示しており、壁部を基板面に対して垂直に形成している場合の回折効率である。

【0031】同図より回折格子の壁部を基板法線に対してθeだけ傾けて創設することにより、軸外の回折効率で約11.7%の改善が認められる。

【0032】このように本実施形態では上述の如く回折光学素子62の回折格子11を傾斜部31と壁部32とから形成し、該壁部32を基板法線に対して傾けて創設するという容易な方法により、該回折光学素子62を走査光学装置で使用する上で問題となる軸外での高入射角、低アスペクト比による回折効率の低下を軽減させる効果を有する。そして走査光学装置の被走査面上における像面照度の均一性を高め、諸変動による収差変化が少なく高精細印字に適した走査光学装置（画像形成装置）を実現することが可能となる。

【0033】また本実施形態の固有の特徴として壁部32の基板法線に対する傾角をθe=tan<sup>-1</sup>(h/P)とすることにより、回折格子11の傾斜部31と壁部32とが常に直角を成すため、回折格子、またはその型を

製造することが非常に容易であるという特徴を有する。

【0034】図5は本発明の実施形態2の回折光学素子の主走査方向の要部断面図であり、格子部を拡大して示してある。同図において図3に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0035】本実施形態において前述の実施形態1と異なる点は回折格子12の壁部52の基板法線に対する傾角 $\theta_e$ を異ならせたことであり、その他の構成及び光学的作用は実施形態1と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【0036】即ち、本実施形態における回折格子12は同図に示すように主にパワーを発生させる傾斜部51と、該傾斜部51の一方の端部51aと基板22とをつなぐ壁部52より構成されており、該壁部52を基板法線に対して傾角 $\theta_e$ だけ傾けている。本実施形態において壁部52の基板法線に対する傾角 $\theta_e$ は、回折格子12の深さをh、格子ピッチをPとしたとき、 $\theta_e = \tan^{-1}(h/P) + 5^\circ$

なる関係式を満たすように設定しており、回折光学素子64の光軸から離れるに従って大きくなるよう連続的に変化させている。

【0037】図6は本実施形態における回折光学素子64を本装置上で使用したときの回折効率を示す説明図であり、横軸は被走査面上での光線到達位置に変換してある。またここでの回折効率はそれぞれの光線通過位置での入射角、アスペクト比、格子壁部の傾角等を考慮して算出したものである。

【0038】同図において実線aは本実施形態を示しており、壁部を基板法線に対して $\theta_e = \tan^{-1}(h/P) + 5^\circ$ だけ傾けている場合の回折効率、点線bは従来例を示しており、壁部を基板面に対して垂直に形成している場合の回折効率である。

【0039】同図より回折格子の壁部を基板法線に対して $\theta_e$ だけ傾けて創設することにより、軸外の回折効率で約11.1%の改善が認められる。

【0040】このように本実施形態では上述の如く回折光学素子64の回折格子12を傾斜部51と壁部52から形成し、該壁部52を基板法線に対して傾けて創設するという容易な方法により、該回折光学素子64を走査光学装置で使用する上で問題となる軸外での高入射角、低アスペクト比による回折効率の低下を軽減させる効果を有する。そして走査光学装置の被走査面上における像面照度の均一性を高め、諸変動による収差変化が少なく高精細印字に適した走査光学装置（画像形成装置）

を実現することが可能となる。

【0041】また本実施形態の固有の特徴として壁部52の基板法線に対する傾角を $\theta_e = \tan^{-1}(h/P) + 5^\circ$ とすることにより、回折格子12の傾斜部51と壁部52とが常に鈍角（95°）を成すため、軸上付近のピッチが大きい部分においても回折格子12の壁部52を傾け抜き勾配を付けることが可能となり、射出成形やレプリカ時の型からの離型性が向上し、製造誤差による回折効率の低下を防ぐことが可能になるという特徴を有する。

【0042】図7は本発明の実施形態3の走査光学装置の光学系の主走査方向の要部断面図、図8は図7に示した回折光学素子の主走査方向の要部断面図であり、格子部を拡大して示してある。図7において図2に示した要素と同一要素には同符番を付してある。

【0043】本実施形態において前述の実施形態1と異なる点は回折光学素子に基板面を曲面とした長尺の回折光学素子63を用いたことであり、その他の構成及び光学的作用は実施形態1と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【0044】即ち、本実施形態における回折光学素子63の回折格子13は図8に示すように主にパワーを発生させる傾斜部81と、該傾斜部81の一方の端部81aと基板42とをつなぐ壁部82とより構成されており、該壁部82を基板法線に対して傾角 $\theta_e$ だけ傾けている。本実施形態において壁部82の基板法線に対する傾角 $\theta_e$ は、回折格子13の深さをh、格子ピッチをPとしたとき、

$$\theta_e = \tan^{-1}(h/P)$$

なる関係式を満たすように設定しており、回折光学素子63の光軸から離れるに従って大きくなるよう連続的に変化させている。本実施形態においても基板面が平面であるときと同等の効果を有しており、回折格子の壁部を基板面に対して垂直に形成したときと比較し、軸外において回折効率の改善が図れる。

【0045】表-2に本実施形態における光学配置とトーリックレンズ71の非球面係数及び回折光学素子63の位相項を示す。表-2において回折格子の深さはh=1.51μm、最軸外光束において回折格子に入射する光束の入射角は $\theta_i = 22^\circ$ 、格子ピッチはP=5.6μmである。

【0046】

【表2】

(表-2)

実施形態3

設計データ									
波長、屈折率	$\lambda$ (nm)	780	トックレンズ'71 面形状				長尺回折素子 63 面形状		
			第1面	第2面	第1面	第2面			
トックレンズ'71 屈折率	n <sub>t</sub>	1.5242	R	-1.06291E+02	-5.37548E+01	R	-4.33451E+02	-1.72797E+03	
長尺回折素子 63 屈折率	n <sub>d</sub>	1.5242	K	-3.31352E-01	-9.34202E-01	K	-1.19232E+00	6.06107E+00	
光路角度			B4	1.30030E-06	2.51064E-07	B4	3.14632E-08	-5.49468E-08	
ボリゴン入射角	$\theta_p$	70.0	B6	-7.62556E-11	2.80118E-10	B6	1.09311E-12	3.42409E-12	
ボリゴン最大出射角	$\theta_e$	45.0	r	1.55072E+02	-2.40083E+01				長尺回折素子 63 位相限数
被走査面 最大入射角	$\theta_i$	23.0	D2s		1.47931E-04				第1面
配置			D4s		5.78375E-08	b2			-5.79065E-04
ボリゴン軸-トックレンズ'	e1	36.4	D6s		-1.05573E-11	b4			-1.13552E-08
トックレンズ'71 中心厚	d1	11.0	D2e		2.23682E-04	b6			3.59430E-13
トックレンズ'-長尺回折素子	e2	90.5	D4e		-1.29434E-08	d0			-6.73306E-03
長尺回折素子 63 中心厚	d2	4.0	D6e		2.62146E-11	d1			-9.14465E-07
長尺回折素子-被走査面	S <sub>k</sub>	104.5				d2			8.78326E-08
ボリゴン軸-被走査面	L	246.4				d3			3.06812E-11
有効走査幅	w	297.0				d4			-8.98137E-13

このように本実施形態では上述の如く回折光学素子63の回折格子13を傾斜部81と壁部82とから形成し、該壁部82を基板法線に対して傾けて創設するという容易な方法により、該回折光学素子63を走査光学装置で使用する上で問題となる軸外での高入射角、低アスペクト比による回折効率の低下を軽減させる効果を有する。そして走査光学装置の被走査面上における像面照度の一様性を高め、諸変動による収差変化が少なく高精細印字に適した走査光学装置（画像形成装置）を実現すること

$$\tan^{-1}(h/P) \leq \theta_e \leq \tan^{-1}(h/P) + 10^\circ \quad \dots (1)$$

条件式(1)は回折格子の壁部の基板法線に対する傾角を規定したものであり、条件式(1)を外れると入射角が大きく、アスペクト比が小さい軸外において回折効率の低下が起り、被走査面上における像面照度の一様性が失われるので良くない。

#### 【0049】

【発明の効果】本発明によれば前述の如く回折光学素子の回折格子を主にパワーを発生させる傾斜部と、該傾斜部の一方の端部と基板とをつなぐ壁部により構成し、該壁部を基板面の法線に対して傾けることにより、容易な構成でかつコストアップを伴わないので回折光学素子特にその軸外における回折効率の低下を低減し、被走査面上における像面照度の一様性を高め、諸変動による収差変化が少なく高精細印字に適した回折光学素子及びそれを用いた走査光学装置を達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の走査光学装置の要部概略図

【図2】 図1に示した走査光学装置の光学系の主走査方向の要部断面図

【図3】 本発明の実施形態1における回折光学素子の主走査方向の拡大説明図

が可能となる。

【0047】尚、上記の実施形態1、3においては回折格子の壁部の基板法線に対する傾角 $\theta_e$ を $\theta_e = t \tan^{-1}(h/P)$ 、実施形態2においては壁部の基板法線に対する傾角 $\theta_e$ を $\theta_e = t \tan^{-1}(h/P) + 5^\circ$ としたが、以下の条件式(1)を満足させれば本発明は前述の各実施形態1、2、3と同様に適用することができる。

#### 【0048】

$$\tan^{-1}(h/P) \leq \theta_e \leq \tan^{-1}(h/P) + 10^\circ \quad \dots (1)$$

【図4】 本発明の実施形態1における回折光学素子の回折効率を示す説明図

【図5】 本発明の実施形態2における回折光学素子の主走査方向の拡大説明図

【図6】 本発明の実施形態2における回折光学素子の回折効率を示す説明図

【図7】 本発明の実施形態3の走査光学装置の要部概略図

【図8】 本発明の実施形態3における回折光学素子の主走査方向の拡大説明図

【図9】 従来の走査光学装置の主走査方向の要部断面図

【図10】 従来の回折光学素子の格子モデルを示す説明図

【図11】 従来の回折光学素子の回折効率の入射角依存性を示す説明図

【図12】 従来の回折光学素子の回折効率のアスペクト比を示す説明図

#### 【符号の説明】

1 光源手段（半導体レーザー）

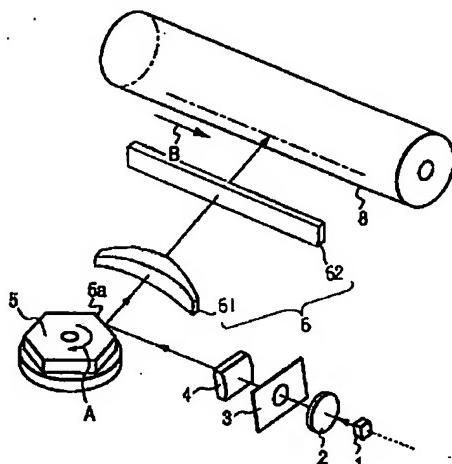
2 変換光学素子

3 開口絞り

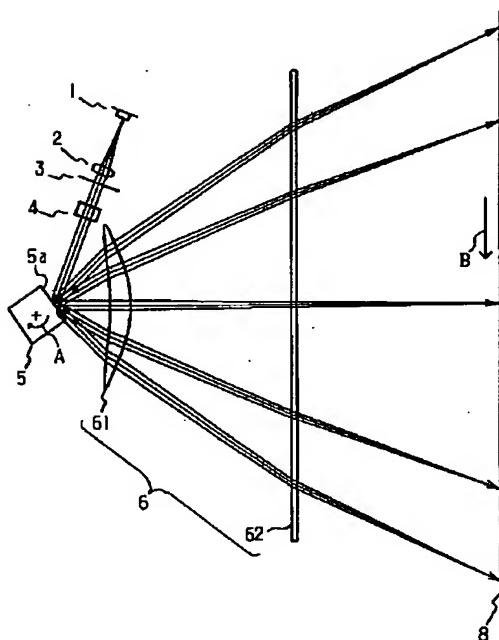
- 4 シリンダーレンズ  
 5 偏向素子（光偏向器）  
 6, 16 走査光学素子  
 61, 71 プラスチック製のトーリックレンズ  
 62, 63, 64 回折光学素子

- 8 被走査面（感光ドラム面）  
 11, 12, 13 回折格子  
 31, 51, 81 傾斜部  
 32, 52, 82 壁部  
 22, 42 基板目的

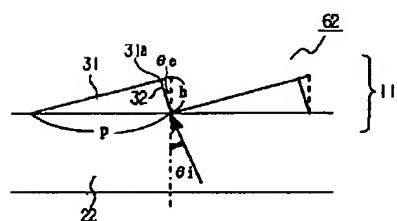
【図1】



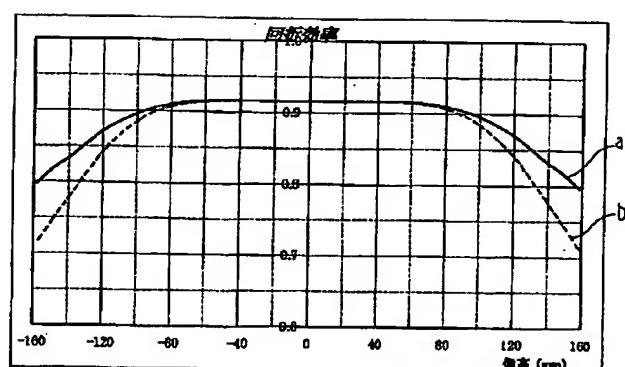
【図2】



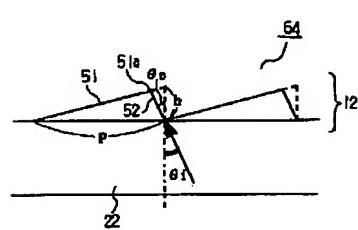
【図3】



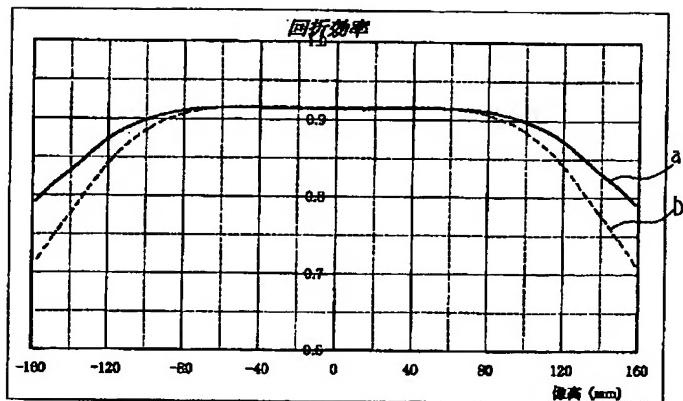
【図4】



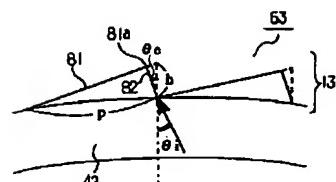
【図5】



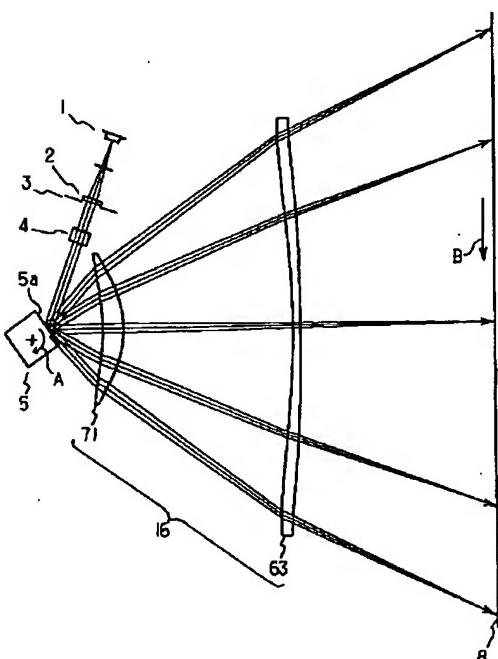
【図6】



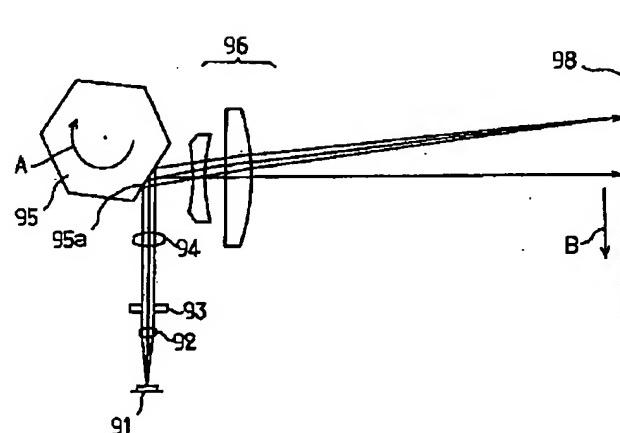
【図8】



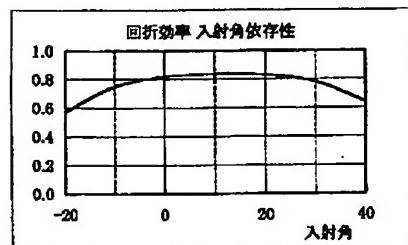
【図7】



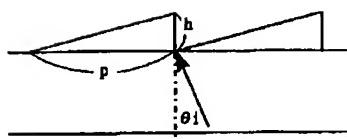
【図9】



【図11】



【図10】



【図12】

